



PTO/SB/21 (02-04)

Approved for use through 07/31/2006. OMB 0651-0031
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

TRANSMITTAL FORM (to be used for all correspondence after initial filing)	Application Number	10/789,672	
	Filing Date	27 February 2004	
	First Named Inventor	Hiroshi HARADA et al.	
	Art Unit	Not Assigned	
	Examiner Name	Not Assigned	
Total Number of Pages in This Submission	2	Attorney Docket Number	30390-13

ENCLOSURES (Check all that apply)		
<input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form	<input type="checkbox"/> Drawing(s)	<input type="checkbox"/> After Allowance communication to Technology Center (TC)
<input type="checkbox"/> Fee Attached	<input type="checkbox"/> Licensing-related Papers	<input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences
<input type="checkbox"/> Amendment/Reply	<input type="checkbox"/> Petition	<input type="checkbox"/> Appeal Communication to TC (Appeal Notice, Brief, Reply Brief)
<input type="checkbox"/> After Final	<input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application	<input type="checkbox"/> Proprietary Information
<input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s)	<input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation Change of Correspondence Address	<input type="checkbox"/> Status Letter
<input type="checkbox"/> Extension of Time Request	<input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer	<input checked="" type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below):
<input type="checkbox"/> Express Abandonment Request	<input type="checkbox"/> Request for Refund	Return-Receipt Postcard
<input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement	<input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____	
<input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s)	Remarks	
<input type="checkbox"/> Response to Missing Parts/Incomplete Application		
<input type="checkbox"/> Response to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53		

SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT	
Firm or Individual name	Mitchell P. Brook, Reg. No. 32,967 Luce, Forward, Hamilton & Scripps LLP
Signature	
Date	3/22/04

CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING	
I hereby certify that this correspondence is being facsimile transmitted to the USPTO or deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date shown below.	
Typed or printed name	Amy M. Sheridan
Signature	
Date	22 Mar. 2004

This collection of information is required by 37 CFR 1.5. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.



Atty. Docket No.: 30390-13

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)	Group Art Unit:	To be assigned
Hiroshi HARADA et al.)		
Serial No.: 10/789,672)	Examiner:	To be assigned
Filed: February 27, 2004)		
For: RECEIVING DEVICE,)		
RECEIVING METHOD, AND)		
PROGRAM)		

San Diego, California

MAIL STOP PATENT APPLICATION
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Dear Sir or Madam:

Transmitted herewith is Priority Document: Japan Application No. 2003-052680.

Although it is believed that no fees are due for this submission, the Commissioner is authorized to charge any shortage in fees due in connection with the filing of this paper to our Deposit Account No. 50-2298 in the name of Luce, Forward, Hamilton & Scripps LLP.

Respectfully submitted,

Date

3/22/04



Mitchell P. Brook

Attorney for Applicant(s)

Reg. No. 32,967

c/o LUCE, FORWARD, HAMILTON
& SCRIPPS LLP
11988 El Camino Real, Suite 200
San Diego, California 92130
Telephone No.: (858) 720-6300

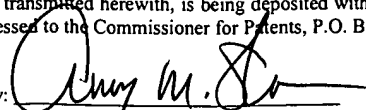
CERTIFICATE OF MAILING

I hereby certify that this correspondence, and anything referred to as transmitted herewith, is being deposited with the United States Postal Service as first class mail with sufficient postage in an envelope addressed to the Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, on the date indicated below.

Date:

22 March 2004

By:



Amy M. Sheridan

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 2 月 2 8 日
Date of Application:

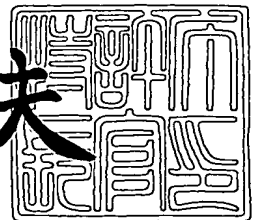
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 5 2 6 8 0
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 5 2 6 8 0]

出 願 人 独立行政法人通信総合研究所
Applicant(s): 株式会社デンソー

2 0 0 4 年 2 月 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 0 7 7 0 0

【書類名】 特許願

【整理番号】 CRL-03-M

【提出日】 平成15年 2月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04B 1/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都小金井市貫井北町 4 - 2 - 1 独立行政法人通信
総合研究所内

【氏名】 原田 博司

【発明者】

【住所又は居所】 東京都小金井市貫井北町 4 - 2 - 1 独立行政法人通信
総合研究所内

【氏名】 藤瀬 雅行

【発明者】

【住所又は居所】 東京都小金井市貫井北町 4 - 2 - 1 独立行政法人通信
総合研究所内

【氏名】 船田 龍平

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

【氏名】 澤田 学

【特許出願人】

【識別番号】 301022471

【氏名又は名称】 独立行政法人通信総合研究所

【特許出願人】

【識別番号】 000004260

【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

【識別番号】 100095407

【弁理士】

【氏名又は名称】 木村 満

【選任した代理人】

【識別番号】 100110135

【弁理士】

【氏名又は名称】 石井 裕一郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 038380

【納付金額】 10,500円

【その他】 国等以外のすべての者の持分の割合 5 0 / 1 0 0

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 受信装置、受信方法、ならびに、プログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

受信部と、遅延部と、推定部と、等化復調部と、レプリカ部と、を備える受信装置であって、

前記受信部は、伝送路を経由して到達した信号を、受信信号として受信し、

前記遅延部は、当該受信信号を所定遅延時間だけ遅延させた遅延信号を出力し

、
前記推定部は、伝送路特性を推定し、

前記等化復調部は、当該伝送路特性により、当該遅延信号を補償し、補償の結果を復調し、復調の結果を伝送信号として出力し、

前記レプリカ部は、当該伝送路特性により、当該受信信号を補償し、補償の結果を復調し、復調の結果を変調し、変調の結果をレプリカ信号として出力し、

前記推定部は、当該受信信号と、当該レプリカ信号と、を比較して、伝送路特性を推定し、

当該所定遅延時間は、前記レプリカ部および前記推定部による処理に要する時間以下である

ことを特徴とするもの。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の受信装置であって、

当該所定遅延時間は、前記レプリカ部および前記推定部による処理に要する時間に等しい

ことを特徴とするもの。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の受信装置であって、

前記推定部は、「当該受信信号と、当該レプリカ信号と、を比較」するのにかえて、「当該受信信号を当該所定遅延時間だけ遅延させた信号と、当該レプリカ信号と、を比較」して、伝送路特性を推定する

ことを特徴とするもの。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の受信装置であって、

前記推定部は、当該比較した結果から得られた特性の時系列を所定の時間長で平均化し、当該平均化の結果の特性の時系列を当該伝送路特性とする

ことを特徴とするもの。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の受信装置であって、直交周波数分割多重を用い、

前記遅延部と、前記推定部と前記等化復調部と、前記レプリカ部と、は、当該直交周波数分割多重の搬送周波数ごとに処理を行う

ことを特徴とするもの。

【請求項 6】

受信工程と、遅延工程と、推定工程と、等化復調工程と、レプリカ工程と、を備える受信方法であって、

前記受信工程では、伝送路を経由して到達した信号を、受信信号として受信し、

前記遅延工程では、当該受信信号を所定遅延時間だけ遅延させた遅延信号を出力し、

前記推定工程では、伝送路特性を推定し、

前記等化復調工程では、当該伝送路特性により、当該遅延信号を補償し、補償の結果を復調し、復調の結果を伝送信号として出力し、

前記レプリカ工程では、当該伝送路特性により、当該受信信号を補償し、補償の結果を復調し、復調の結果を変調し、変調の結果をレプリカ信号として出力し、

前記推定工程では、当該受信信号と、当該レプリカ信号と、を比較して、伝送路特性を推定し、

当該所定遅延時間は、前記レプリカ工程および前記推定工程における処理に要する時間以下である

ことを特徴とする方法。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の受信方法であって、

当該所定遅延時間は、前記レプリカ工程および前記推定工程における処理に要する時間に等しい

ことを特徴とする方法。

【請求項 8】

請求項 6 または 7 に記載の受信方法であって、

前記推定工程では、「当該受信信号と、当該レプリカ信号と、を比較」するのにかえて、「当該受信信号を当該所定遅延時間だけ遅延させた信号と、当該レプリカ信号と、を比較」して、伝送路特性を推定する

ことを特徴とする方法。

【請求項 9】

請求項 6 から 8 のいずれか 1 項に記載の受信方法であって、

前記推定工程では、当該比較した結果から得られた特性の時系列を所定の時間長で平均化し、当該平均化の結果の特性の時系列を当該伝送路特性とする

ことを特徴とする方法。

【請求項 1 0】

請求項 6 から 9 のいずれか 1 項に記載の受信方法であって、直交周波数分割多重を用い、

前記遅延工程と、前記推定工程と前記等化復調工程と、前記レプリカ工程と、は、当該直交周波数分割多重の搬送周波数ごとに処理を行う

ことを特徴とする方法。

【請求項 1 1】

コンピュータ（DSP（Digital Signal Processor；デジタル信号プロセッサ）、FPGA（Field Programmable Gate Array）、または、ASIC（Application Specific Integrated Circuit）を含む。）を、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の受信装置として機能させる

ことを特徴とするプログラム。

【請求項 12】

コンピュータ（DSP（Digital Signal Processor；デジタル信号プロセッサ）、FPGA（Field Programmable Gate Array）、または、ASIC（Application Specific Integrated Circuit）を含む。）に、請求項6から10のいずれか1項に記載の受信方法を実行させる

ことを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、移動体通信、特に、直交周波数分割多重（Orthogonal Frequency Division Multiplex；OFDM）パケット移動体通信において、伝送路特性を適応的に推定して受信信号を等化するのに好適な、受信装置、受信方法、ならび、これらをコンピュータにより実現するためのプログラムに関する。

【0002】**【従来の技術】**

従来から、パケット無線通信システムでは、複数の伝送路を経由して到達した信号の歪みを補償するため、種々の技術が提案されている。

【0003】

たとえば、伝送路の特性を推定するために、送信装置では、パケットのプリアンプルに既知信号を挿入し、受信装置では、実際に受信した信号と当該既知信号（を変調したもの。）とを比較することで、最初の伝送路特性を推定し、さらに、この伝送路特性を用いて次のデータ信号を等化して伝送信号を得る一方で、得られた伝送信号（を変調したもの。これを「レプリカ」という。）と、実際に受信した信号のうち、これに対応する部分とを比較することで、次の伝送路特性を推定し、以下これを繰り返す、という手法である。

【0004】

このようにして得られる伝送路特性には、雑音等の影響が含まれるため、この影響を低減するために、以下のような手法が提案されている。

（1）周波数軸方向で平均化を行う。

(2) 時間軸方向で平均化を行う。

(3) 時間軸方向で平均化を行うが、突出した値である場合には、これを破棄する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

これらの技術においては、伝送信号の等化、レプリカの生成、伝送路特性の推定には処理に時間がかかる。すなわち、リアルタイムで処理を行う場合には、得られた伝送路特性は、当該処理時間部分だけ後に到達した受信信号の等化に使われることになる。したがって、当該処理時間内に伝送路特性が変化する場合には、推定される伝送路特性と、実際の伝送路特性と、の間の差が大きくなり、受信特性の劣化をまねくおそれがある、という問題がある。

【0006】

本発明は、以上の問題を解決するためになされたもので、移動体通信、特に、OFDMパケット移動体通信において、伝送路特性を適応的に推定して受信信号を等化するのに好適な、受信装置、受信方法、ならび、これらをコンピュータにより実現するためのプログラムに関する。

【0007】

【課題を解決するための手段】

以上の目的を達成するため、本発明の原理にしたがって、下記の発明を開示する。

【0008】

本発明の第1の観点に係る受信装置は、受信部と、遅延部と、推定部と、等化復調部と、レプリカ部と、を備え、以下のように構成する。

【0009】

すなわち、受信部は、伝送路を経由して到達した信号を、受信信号として受信する。

【0010】

一方、遅延部は、当該受信信号を所定遅延時間だけ遅延させた遅延信号を出力する。

【0011】

さらに、推定部は、伝送路特性を推定する。

【0012】

そして、等化復調部は、当該伝送路特性により、当該遅延信号を補償し、補償の結果を復調し、復調の結果を伝送信号として出力する。

【0013】

一方、レプリカ部は、当該伝送路特性により、当該受信信号を補償し、補償の結果を復調し、復調の結果を変調し、変調の結果をレプリカ信号として出力する。

【0014】

さらに、推定部は、当該受信信号と、当該レプリカ信号と、を比較して、伝送路特性を推定する。

【0015】

そして、当該所定遅延時間は、レプリカ部および推定部による処理に要する時間以下である。

【0016】

また、本発明の受信装置において、当該所定遅延時間は、レプリカ部および推定部による処理に要する時間に等しいように構成することができる。

【0017】

また、本発明の受信装置において、推定部は、「当該受信信号と、当該レプリカ信号と、を比較」するのにかえて、「当該受信信号を当該所定遅延時間だけ遅延させた信号と、当該レプリカ信号と、を比較」して、伝送路特性を推定するように構成することができる。

【0018】

また、本発明の受信装置において、推定部は、当該比較した結果から得られた特性の時系列を所定の時間長で平均化し、当該平均化の結果の特性の時系列を当該伝送路特性とするように構成することができる。

【0019】

また、本発明の受信装置は、直交周波数分割多重を用い、遅延部と、推定部と

等化復調部と、レプリカ部と、は、当該直交周波数分割多重の搬送周波数ごとに処理を行うように構成することができる。

【0020】

本発明の他の観点に係る受信方法は、受信工程と、遅延工程と、推定工程と、等化復調工程と、レプリカ工程と、を備え、以下のように構成する。

【0021】

すなわち、受信工程では、伝送路を経由して到達した信号を、受信信号として受信する。

【0022】

一方、遅延工程では、当該受信信号を所定遅延時間だけ遅延させた遅延信号を出力する。

【0023】

さらに、推定工程では、伝送路特性を推定する。

【0024】

そして、等化復調工程では、当該伝送路特性により、当該遅延信号を補償し、補償の結果を復調し、復調の結果を伝送信号として出力する。

【0025】

一方、レプリカ工程では、当該伝送路特性により、当該受信信号を補償し、補償の結果を復調し、復調の結果を変調し、変調の結果をレプリカ信号として出力する。

【0026】

さらに、推定工程では、当該受信信号と、当該レプリカ信号と、を比較して、伝送路特性を推定する。

【0027】

そして、当該所定遅延時間は、レプリカ工程および推定工程における処理に要する時間以下である。

【0028】

また、本発明の受信方法において、当該所定遅延時間は、レプリカ工程および推定工程における処理に要する時間に等しいように構成することができる。

【0029】

また、本発明の受信方法において、推定工程では、「当該受信信号と、当該レプリカ信号と、を比較」するのにかえて、「当該受信信号を当該所定遅延時間だけ遅延させた信号と、当該レプリカ信号と、を比較」して、伝送路特性を推定するように構成することができる。

【0030】

また、本発明の受信方法において、推定工程では、当該比較した結果から得られた特性の時系列を所定の時間長で平均化し、当該平均化の結果の特性の時系列を当該伝送路特性とするように構成することができる。

【0031】

また、本発明の受信方法は、直交周波数分割多重を用い、遅延工程と、推定工程と等化復調工程と、レプリカ工程と、は、当該直交周波数分割多重の搬送周波数ごとに処理を行うように構成することができる。

【0032】

本発明の他の観点に係るプログラムは、コンピュータ（DSP（Digital Signal Processor；デジタル信号プロセッサ）、FPGA（Field Programmable Gate Array）、または、ASIC（Application Specific Integrated Circuit）を含む。）を、上記受信装置として機能させ、もしくは、コンピュータに上記受信方法を実行させるように構成する。

【0033】

当該コンピュータとは独立して、本発明のプログラムを記録した情報記録媒体を配布、販売することができる。

【0034】**【発明の実施の形態】**

以下に本発明の一実施形態を説明する。なお、以下に説明する実施形態は説明のためのものであり、本発明の範囲を制限するものではない。したがって、当業者であればこれらの各要素もしくは全要素をこれと均等なものに置換した実施形態を採用することが可能であるが、これらの実施形態も本発明の範囲に含まれる。

【0035】

なお、理解を容易にするため、以下では、OFDMパケット通信を例にあげて説明するが、ほかの通信方式においても、本発明の手法を適用することができ、そのような実施形態も本発明の範囲に含まれる。また、本願の図では、IチャネルとQチャネルを、適宜、2本の線で別々に表現したり、1本の線に合わせて表現することがある。

【0036】

(パケットのフォーマット)

図1は、本発明の第1の実施形態において利用するOFDMパケットのフレームフォーマットである。以下、本図を参照して説明する。

【0037】

フレーム（バースト）101は、プリアンプルドメイン（preamble domain）102とデータドメイン（data domain）103とからなる。

【0038】

プリアンプルドメイン102には、既知シンボルCEが2つと、これらのためのガードインターバルGI_{ce}が1つ含まれている。既知シンボルCEの数はさらに増やしてもよい。CEが複数ある場合は、これらの受信シンボルの平均を使って伝送路特性の推定を行う。

【0039】

一方、データドメイン103には、伝送したいデータ（data₁, ..., data_L）が複数と、これらのそれぞれを区切るためのガードインターバルGIがL個含まれている。ガードインターバルGIは、図中矢印に示すように送出する各シンボルの最後の部分を一定時間だけそのままコピーしたものである。

【0040】

なお、IEEE 802.11a規格では、複数の変調方式および符号化率を用いて伝送することが可能であるため、符号化率1/2で符号化され、BPSKで変調されたOFDMシンボル「SIGNAL」をCEのあとに配置する。SIGNALを用いて、フレーム101のデータドメイン103で用いた変調方式および符号化率を、受信側に通知する。

【 0 0 4 1 】

受信側では、最初の OFDM シンボル (SIGNAL に相当する) を CE で補正し、その復調結果から変調方式や符号化率を判定する。これにより、送信側で用いた変調方式・符号化率を知ることができる。

【 0 0 4 2 】

この変調方式・符号化率の通知を行う実施形態についても、本発明を適用することができ、その場合も、本発明の範囲に含まれる。なお、変調方式の通知や、その情報の受信側における利用については、理解を容易にするため、本図や以下では説明を適宜省略する。

【 0 0 4 3 】

(送信装置)

以下では、本実施形態の受信装置と対になって用いられる送信装置について、まず説明する。図 2 は、当該送信装置の概要構成を示す模式図である。図に示す送信装置は、IEEE 802.11a、ARIB-MMAC で採用されているものに対応するが、これ以外の種々の構成の送信装置を本発明の受信装置と対にして用いることができる。

【 0 0 4 4 】

送信装置 3 0 1 は、入力を受け付けたデータ信号を、エンコーダ 3 0 2 で、パケット単位で畳み込み符号化して、誤り訂正にそなえる。

【 0 0 4 5 】

さらに、インターリーバ 3 0 3 でインターリーブして、符号系列の順番を入れかえて、データをスクランブル化する。

【 0 0 4 6 】

そして、QAM マップ 3 0 4 は、スクランブル化されたデータを、16 QAM 値にマッピングする。

【 0 0 4 7 】

さらに、直並列変換器 3 0 5 は、これをサブチャネル信号に直並列変換する。

【 0 0 4 8 】

このほか、パイロット信号生成器 3 0 6 が生成したパイロット信号もサブチャ

ネル信号に含まれる。

【 0 0 4 9 】

逆フーリエ変換器 3 0 7 は、これらのサブチャンネル信号を逆フーリエ変換して、並直列変換器 3 0 8 により、並直列変換を行って OFDM ベースバンド信号に変換する。

【 0 0 5 0 】

さらに、GI 挿入器 3 0 9 は、ガードインターバルを挿入して、符号間干渉を軽減してマルチパス経路に対する耐性を向上させる。上記のように、ガードインターバルは、送出する各シンボルの最後の部分を一定時間だけそのままコピーしたものである。

【 0 0 5 1 】

さらに、CE 挿入器 3 1 0 は、これにより作られたバーストの先頭に CE シンボルを挿入し、D/A 変換器 3 1 1 は、データ信号をアナログ信号に変換して、直交デモジュレータ 3 1 2 は、直交変換を行い、アップコンバータ 3 1 3 が RF 帯に周波数変換を行って、アンテナ 3 1 4 から信号を送信する。

【 0 0 5 2 】

(受信装置)

図 3 は、本実施形態の受信装置の機能構成を示す模式図である。以下、本図を参照して説明する。

【 0 0 5 3 】

本実施形態の受信装置 3 5 1 は、受信部 3 5 2 と、遅延部 3 5 3 と、推定部 3 5 4 と、等化復調部 3 5 5 と、レプリカ部 3 5 6 と、を備える。

【 0 0 5 4 】

まず、受信部 3 5 2 は、伝送路を経由して到達した信号を、受信信号として受信する。そして、遅延部 3 5 3 は、当該受信信号を所定遅延時間だけ遅延させた遅延信号を出力する。一方、推定部 3 5 4 は、伝送路特性を推定するが、その手法については後述する。

【 0 0 5 5 】

さらに、等化復調部 3 5 5 は、当該伝送路特性により、当該遅延信号を補償し

、補償の結果を復調し、復調の結果を伝送信号として出力する。したがって、図 4 に示すように、等化復調部 355 は、当該遅延信号を補償する補償部 401 と、補償の結果を復調する復調部 402 と、を備えることとなる。

【0056】

そして、レプリカ部 356 は、当該伝送路特性により、当該受信信号を補償し、補償の結果を復調し、復調の結果を変調し、変調の結果をレプリカ信号として出力する。したがって、図 5 に示すように、レプリカ部 356 は、補償部 401 と同じ機能を果たす補償部 501 と、復調部 402 と同じ機能を果たす復調部 502 と、復調の結果を送信装置 301 と同様に変調する変調部 503 と、を備えることとなる。

【0057】

さて、推定部 354 は、当該受信信号と、当該レプリカ信号と、を比較して、伝送路特性を推定する。

【0058】

ここで、当該所定遅延時間は、レプリカ部 356 および推定部 354 による処理に要する時間以下であり、特に、当該所定遅延時間は、レプリカ部 356 および推定部 354 による処理に要する時間に等しいようにすることが望ましい。

【0059】

また、推定部 354 は、「当該受信信号と、当該レプリカ信号と、を比較」するのにかえて、「当該受信信号を当該所定遅延時間だけ遅延させた信号と、当該レプリカ信号と、を比較」して、伝送路特性を推定することが望ましい。さらに、推定部 354 は、当該比較した結果から得られた特性の時系列を所定の時間長で平均化し、当該平均化の結果の特性の時系列を当該伝送路特性とすることが望ましい。

【0060】

このような好適実施形態に係る推定部 354 の概要構成を、図 6 に示す。推定部 354 は、遅延部 601 と、比較部 602 と、平均化部 603 と、を備える。

【0061】

まず、遅延部 353 は、受信信号を受け付けてこれを遅延させるが、この遅延

時間は、「遅延部 601、比較部 602、平均化部 603 を経由することによる遅延時間」に等しい。

【0062】

一方、比較部 602 は、遅延部 601 によって遅延された信号と、レプリカ信号とを比較する。

【0063】

そして、平均化部 603 は、比較部 602 が出力する比較結果の時系列をバッファリングして平均化し、雑音成分の影響を緩和する。

【0064】

このような機能構成の受信装置 351 を、直交周波数分割多重のパケット移動体通信に適用する際には、前記遅延部 353 と、前記推定部 354 と前記等化復調部 355 と、前記レプリカ部 356 と、は、当該直交周波数分割多重の搬送周波数ごとに処理を行うようにすればよい。

【0065】

さて、図 4、図 5 を比較すると等化復調部 355 の補償部 401 ならびに復調部 402 と、レプリカ部 356 の補償部 501 ならびに復調部 502 と、は、同じ機能を果たす別の回路として構成されている。両者には、図 3 に示すように、同じタイミングで伝送路特性が与えられる。したがって、同じタイミングで同じ信号が補償部 401、501 に与えられれば、復調部 402、502 の出力も同じになるはずである。

【0066】

しかしながら、本発明では、同じタイミングで、補償部 401 には遅延信号が、補償部 501 には受信信号が、それぞれ与えられる。

【0067】

レプリカ部 356 および推定部 354 における処理には、ある程度の時間（以下「遅延時間 Δt 」という。）がかかる。したがって、レプリカ部 356 では、「ある時点 t における受信信号」を、「時点 t から遅延時間 Δt だけ先行する時点 $t - \Delta t$ について推定された伝送路特性」によって補償することになる。

【0068】

一方、等化復調部 355 の補償部 401 には、「ある時点 t における受信信号」が遅延時間 Δt だけ遅延された遅延信号が入力されることになる。すなわち、「時点 t における遅延信号 = 時点 $t - \Delta t$ における受信信号」を、「時点 $t - \Delta t$ について推定された伝送路特性」によって補償することになる。

【0069】

したがって、補償部 401 における補償は、補償部 501 における補償よりも、性能が良いことが期待される。この実験結果については後述する。

【0070】

このように、本実施形態では、補償～復調の経路を 2 つ用意することによって、受信特性の向上を図ることができる。

【0071】

図 7 は、本実施形態の受信装置 351 の構成を、さらに詳細に示す模式図である。以下、本図を参照して説明する。

【0072】

受信装置 351 は、送信装置 301 から送信され、伝送路によりマルチパスなどの影響を受けた結果の信号をアンテナ 701 において受信し、これからベースバンドフィルタ 702 で必要な帯域のみを選択し、ダウンコンバータ 703 で OFDM ベースバンド信号に周波数変換する。そして、OFDM ベースバンド信号は、直交デモジュレータ 704 により I チャンネルと Q チャンネルに分離され、A/D 変換器 705 により、デジタル信号に変換される。さらに、GI 除去器 706 は、デジタル信号からガードインターバルを除去する。

【0073】

そして、直並列変換器 707 により、シンボル毎に直並列変換を行い、フーリエ変換器 708 により、高速フーリエ変換を行って、各サブキャリアを QAM 信号に戻す。

【0074】

ここまでの、上記機能構成における受信部 352 に概ね相当する。

【0075】

なお、ここで得られる QAM 信号は、多重伝送路を経由してきたために起こる

歪みにより、正確なデジタル値とはなっていない。このような歪みを補償・等化するために、以下のように伝送路特性の推定を行う。

【0076】

伝送路特性としては、チャネル応答を利用することができる。チャネル応答とは、各チャネルごとの伝送路歪みがないとした場合の信号（送信装置から送信された送信信号が直ちに受信装置に受信信号として受信され、各チャネルに分割された場合の信号）に対する、現実のチャネル信号の比をいう。

【0077】

まず、プリアンプドメイン102内のCEシンボルが受信され、これに対応するQAM信号がフーリエ変換器708から出力された時点以降の処理を考える。

【0078】

QAM信号のCEシンボルは、既知信号であるため、直ちにチャネル推定器720に与えられる。チャネル推定器720は、これと、パイロット信号生成器719が出力する既知信号（送信装置301のパイロット信号生成器306が出力するものと同じ既知信号である。）と、を比較して、チャネル応答を得る。

【0079】

そして、平均器722は、これまでに得られたチャネル応答の時系列を、各チャネルごとに所定の数だけバッファリングし、平均をとる。本実施形態では、CEシンボルが1フレームにつき2つあるのは、これらの平均によってdata₁の等化を行うためである。

【0080】

さて、平均器722によって出力されたチャネル応答の平均によって、等化器709は、フーリエ変換器708が出力するQAM信号の等化を行う。

【0081】

CEシンボル2つ分の平均化が終わると同時に、等化器709にデータドメイン103のQAM信号が与えられるように、各信号処理時間やフレーム長さを調整しておくことが望ましい。このようにして、少なくとも、data₁の等化には、2つ分のCEシンボルに相当する時間の伝送路特性を利用することができる。

【0082】

さて、等化器 709 により等化が行われると、パイロット除去器 710 は、パイロットシンボルを除去し、並直列変換器 711 は、各チャネルの信号を I_{ch} と Q_{ch} の 2 つの信号に変換する。

【0083】

QAM 検出器 712 は、QAM マップ 304 の逆処理を行うものであり、QAM 値からで判定を行い、そして、このデータに CSI 計算機 730 の出力を乗じて、デインターリーバ 713 に与える。CSI 計算機 730 は、 I_{ch} と Q_{ch} の複素値としてみたときの絶対値を計算するものである。

【0084】

デインターリーバ 713 は、インターリーバ 303 の逆処理を行うものであり、スクランブル化されたデータを元に戻すものである。

【0085】

そして、誤り訂正器 714 は、ビタビアルゴリズム等を用いてデータ信号の誤りを訂正する。

【0086】

したがって、等化器 709 ～ 誤り訂正器 714 までの処理が、補償部 501 と復調部 502 での処理に相当し、誤り訂正器 714 の出力は、送信装置 301 が受け付けたデータ信号の仮推定値に相当する。

【0087】

ついで、エンコーダ 715、インターリーバ 716、QAM マップ 717、直並列変換器 718 は、送信機 301 のエンコーダ 302、インターリーバ 303、QAM マップ 304、直並列変換器 305 と同じ処理を行って、レプリカを得る。したがって、これらが実行する処理は、変調部 503 における処理に相当する。

【0088】

さて、このようにして得られたレプリカは、 $data_1, \dots, data_L$ に相当するものであり、パイロット信号生成器 719 が生成する既知信号について、チャネル推定器 720 に与えられる。

【0089】

ここで、遅延器 7 2 1 は、 i 番目のレプリカ $data_i$ がチャネル推定器 7 2 0 に与えられる時に、 $data_i$ に相当する QAM 信号も同時にチャネル推定器 7 2 0 に与えられるように動作する。

【0 0 9 0】

一方、平均器 7 2 2 は、時系列のうち、最後に与えられた所定の個数までをバッファリングして平均化する。

【0 0 9 1】

なお、平均化の際には、以下のような手法が考えられる。

- (1) 算術平均、調和平均、幾何平均のいずれかをもちいる。
- (2) 上記の平均手法において、 N 個分のチャネル応答値の古い物の重みが小さくなるようにして重み付き平均を行う。いわゆる忘却係数を導入することに相当する。
- (3) 時系列中のチャネル応答の値のうち、直前のものとの比が所定の最大閾値を超えたり、所定の最小閾値を下回る場合には、当該値を直前のものとおきかえる。
- (4) 直交振幅変調 (QAM) のようなマッピングされた点によって振幅 (電力) が異なる変調方式において、シンボル点に応じた重みをつけて平均を行う。
- (5) 上記の手法を適宜組み合わせる。

【0 0 9 2】

さて、このようにして、伝送路特性が得られることとなるが、上記の説明で判るとおり、フーリエ変換器 7 0 8 の信号から分岐された信号が補償部 5 0 1 (等化器 7 0 9) に与えられてから、この信号の断片に対応する伝送路特性が推定部 6 0 3 (平均器 7 2 2) から出力されるまでには、所定の遅延時間 Δt がかかる。

【0 0 9 3】

そこで、遅延器 7 2 3 は、この遅延時間 Δt だけ、フーリエ変換器 7 0 8 の信号出力を遅延させて等化器 7 2 4 に与える。これにより、等化器 7 2 4 には、ある信号の断片と、この信号の断片に対応する伝送路特性と、が与えられることとなり、等化器 7 0 9 における等化 (補償) よりも質の高い等化が行えることが期

待される。すなわち、等化器 724 が補償部 401 に相当する。

【0094】

なお、遅延器 723 における遅延時間は、必ずしも Δt に等しい必要はなく、これより以下であれば、本発明の効果は発揮されるが、 Δt に等しいこと、すなわち、ある信号の断片と、この信号の断片に対応する伝送路特性と、が、同時に等化復調部 355 に与えられるように構成することが望ましい。

【0095】

等化器 709 における等化の以降は、パイロット除去器 725、並直列変換器 726、QAM 検出器 727 を経て、CSI 計算機 730 の結果を乗算し、デインターリーバ 728、誤り訂正器 729 によってデータ信号を得る。すなわち、これらにおいて実行される処理が、復調部 402 の処理に相当する。

【0096】

なお、これは、パイロット除去器 710、並直列変換器 711、QAM 検出器 712 を経て、CSI 計算機 730 の結果を乗算し、デインターリーバ 713、誤り訂正器 714 を経る処理と同様である。

【0097】

なお、QAM 検出器 712、727 で行う判定の判定値の情報信頼度（誤り難さ）は、等化（補償）前のサブチャネルの S/N 比によって異なる。したがって、ビタビアルゴリズム等、メトリック計算によって誤りを訂正する方式では、情報信頼度によって、判定値に重み付けを行えば、さらに受信特性を改善することができる。

【0098】

この重み計数は、一般に、伝送路状態情報と呼ばれるが、OFDM 変調の場合は、チャネル応答の絶対値が S/N 比と等化である。したがって、チャネル応答の絶対値を伝送路状態情報として用いることができる。

【0099】

このような、伝送路状態情報を得るために、CSI 計算機 730 を用いているのである。すなわち、パイロット除去器 731 は、パイロットを除去し、並直列変換器 732 は、 Q_{ch} と I_{ch} を得て、絶対値計算器 733 は、これらからチ

チャネル全体のチャネル応答の絶対値を伝送路状態情報として得る。

【0 1 0 0】

(実験の結果)

本実施形態の手法を用いて OFDM パケット通信を行う場合の性能を計算機シミュレーションにより判定した。実験の諸元は、以下の通りである。

一次変調 … 16 QAM

シンボルレート … 256 k シンボル/秒

サブキャリア数 … 52

パイロットサブキャリア数 … 4

ビットレート … 24 Mビット/秒

FFT ポイント数 … 64

ガードインターバル長 … OFDM シンボル 1 / 4 個分

1 パケットに含まれる CE シンボル数 … 2

FEC 方式 … 畳み込み符号、軟判定ビタビ複号 ($R=1/2$, $K=7$)

インターリーブサイズ … OFDM シンボル 1 個分

時間軸方向平均化に用いる OFDM シンボル数 … 8

最大ドップラー周波数 … 500 Hz

情報データ数 … 1200 bytes (OFDM シンボル約 100 個分)

マルチパスフェージングモデル … 18 波 BRAN フェージングモデル (平均遅延広がり $\tau = 150$ ns)

【0 1 0 1】

図 8 は、誤り訂正器 714 の出力をそのままデータ信号として見た場合（以下「Model A」という。）の受信特性を示すグラフである。本グラフである。横軸に、等化器 709～平均器 722 までの処理に要する時間を OFDM シンボル数単位であらわし (nds)、縦軸に、パケット誤り率 (Packet Error Rate; PER) をとっている。また、Eb/N0 は 20 dB で固定した。なお、実機実験によれば、現状では、nds は 5～10 程度となっているが、これは将来においては短縮されるものと考えられる。以下では、実験用機器の性能に合わせたものについてシミュレーションを行った場合の結果を示す。

【0102】

本グラフを見れば、 nds が大きくなるにつれ、 PER が劣化する。特に、 $nds = 10$ の場合は、 $nds = 5$ の場合に対して、10倍以上受信特性が劣化している。すなわち、処理遅延が受信特性に大きな影響を与えていることが分かる。

【0103】

図9は、Model Aにおいて nds を1、5、10とした場合の受信特性と、本実施形態において nds を10とし、これと対応する時間だけ遅延器723において遅延処理を行って誤り訂正器729の出力をデータ信号とした場合（以下「Model Bという。」）の受信特性と、を表すグラフである。なお、横軸は E_b/N_0 であり、縦軸は PER である。尚、本グラフでは、Model Aで $nds = 1$ の場合が、処理遅延がないとした時の理想値である。

【0104】

本グラフによれば、Model Aには、以下のような特性がある。

(1) $nds = 10$ の場合では、 PER 特性が 10^{-2} のオーダーでエラーフロアが確認された。これは、常に nds 分遅れたチャネル応答を用いて等化を行うために、サブキャリアの信号レベルの変動誤差も大きくなるため CSI の計算がうまくいかず、信号レベルの変動の高い（すなわち情報信頼度が高い）サブキャリアの復調の精度も悪くなっているため、と考えられる。

(2) $nds = 5$ の場合では、 $nds = 1$ の場合に比べて PER 特性が4 dB程度劣化している。したがって、 $nds = 10$ の時と同様エラーフロアが起きると予想される。

【0105】

一方、本グラフによれば、Model Bには、以下のような特性がある。

(1) 明らかに、Model Aよりも PER 特性が改善されている。たとえば、 $PER = 10^{-3}$ でModel Aでは生じるフロアエラーが、Model Bでは生じない。

(2) Model Aの $nds = 1$ とは、特性が異なる。処理遅延がないとした場合の理想値と異なるのは、レプリカ部356では、常に nds 分遅れたチャネル特性推定値を用いて等化を行うため、理想値よりも精度が低くなってしまうからで

ある。

(3) グラフ中には示していないが、 $nds = 5$ のように nds が小さくなった場合には、さらに特性が改善し、理想値に近付くと予想されるが、その際にも、同じ nds 値のModel Aよりも、良い受信特性であることが予想される。

【0106】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、移動体通信、特に、OFDMパケット移動体通信において、伝送路特性を適応的に推定して受信信号を等化するのに好適な、受信装置、受信方法、ならび、これらをコンピュータにより実現するためのプログラムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態において用いられる既知信号とデータ信号とを含むフレームのフォーマットを示す模式図である。

【図2】

本発明の実施の形態の受信装置と対になる送信装置の概要構成を示す模式図である。

【図3】

本発明の実施の形態の1つに係る受信装置の機能構成を示す模式図である。

【図4】

本発明の実施の形態の1つに係る受信装置の等化復調部の機能構成を示す模式図である。

【図5】

本発明の実施の形態の1つに係る受信装置のレプリカ部の機能構成を示す模式図である。

【図6】

本発明の実施の形態の1つに係る受信装置の推定部の機能構成を示す模式図である。

【図7】

本発明の実施の形態の1つに係る受信装置のさらに詳細な構成を示す説明図である。

【図8】

受信特性を調べる計算機シミュレーションの実験結果を示すグラフである。

【図9】

受信特性を調べる計算機シミュレーションの実験結果を示すグラフである。

【符号の説明】

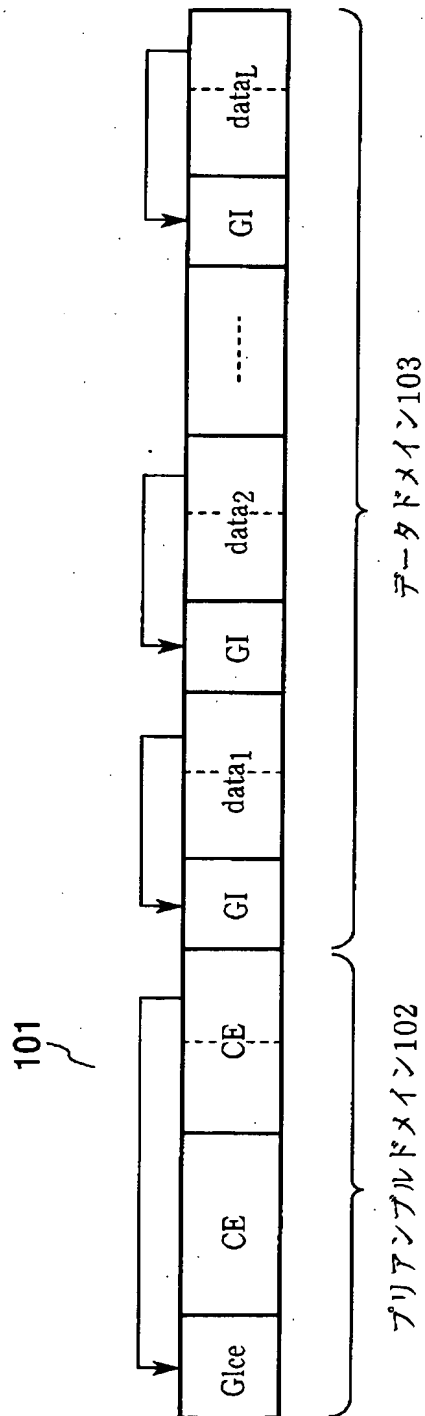
- 101 フレーム
- 102 プリアンブルドメイン
- 103 データドメイン
- 301 送信装置
- 302 エンコーダ
- 303 インターリーバ
- 304 QAMマッパ
- 305 直並列変換器
- 306 パイロット信号生成器
- 307 逆フーリエ変換器
- 308 並直列変換器
- 309 GI挿入器
- 310 CE挿入器
- 311 D/A変換器
- 312 直交デモジュレータ
- 313 アップコンバータ
- 314 アンテナ
- 351 受信装置
- 352 受信部
- 353 遅延部
- 354 推定部
- 355 等化復調部

3 5 6 レプリカ部
4 0 1 補償部
4 0 2 復調部
5 0 1 補償部
5 0 2 復調部
5 0 3 変調部
6 0 1 遅延部
6 0 2 比較部
6 0 3 平均化部
7 0 1 アンテナ
7 0 2 ベースバンドフィルタ
7 0 3 ダウンコンバータ
7 0 4 直交デモジュレータ
7 0 5 A/D変換器
7 0 6 G I 除去器
7 0 7 直並列変換器
7 0 8 フーリエ変換器
7 0 9 等化器
7 1 0 パイロット除去器
7 1 1 並直列変換器
7 1 2 QAM検出器
7 1 3 デインターリーバ
7 1 4 誤り訂正器
7 1 5 エンコーダ
7 1 6 インターリーバ
7 1 7 QAMマッパ
7 1 8 直並列変換器
7 1 9 パイロット信号生成器
7 2 0 チャネル推定器

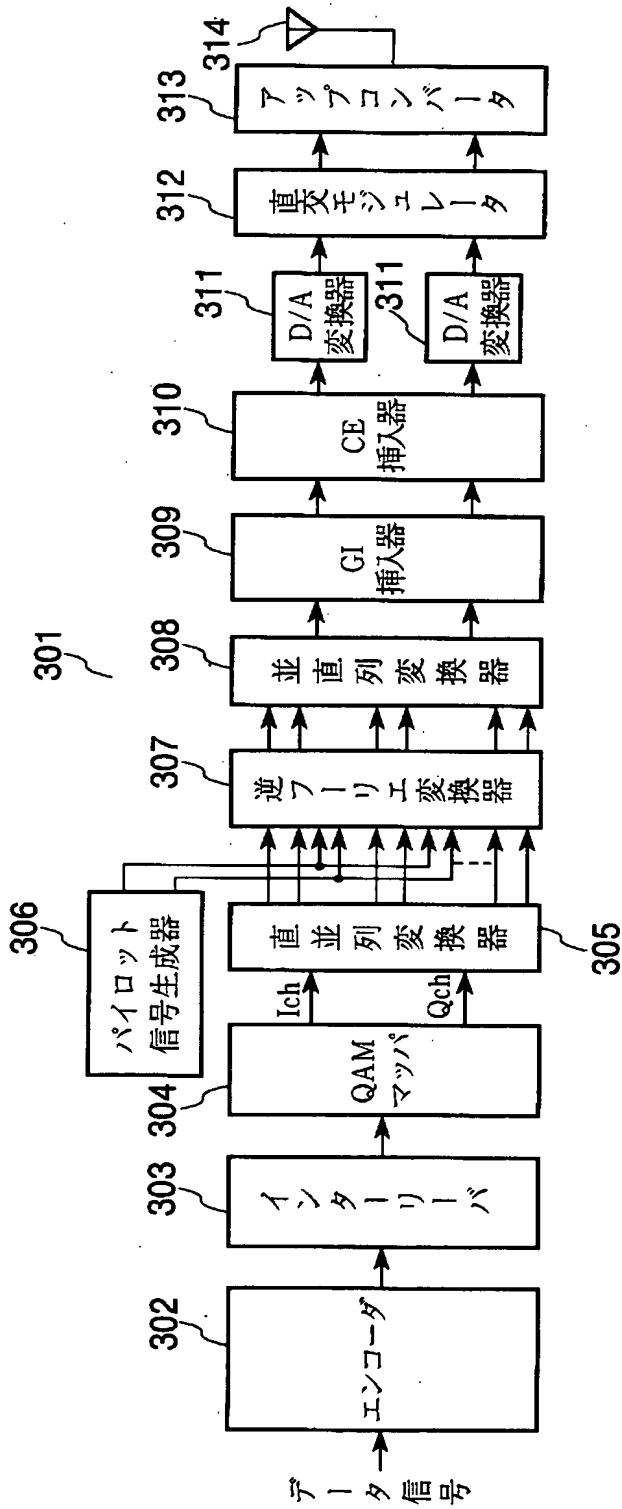
- 7 2 1 遅延器
- 7 2 2 平均器
- 7 2 3 遅延器
- 7 2 4 等化器
- 7 2 5 パイロット除去器
- 7 2 6 並直列変換器
- 7 2 7 QAM検出器
- 7 2 8 デインターリーバ
- 7 2 9 誤り訂正器
- 7 3 0 C S I 計算機
- 7 3 1 パイロット除去器
- 7 3 2 並直列変換器
- 7 3 3 絶対値計算器

【書類名】 図面

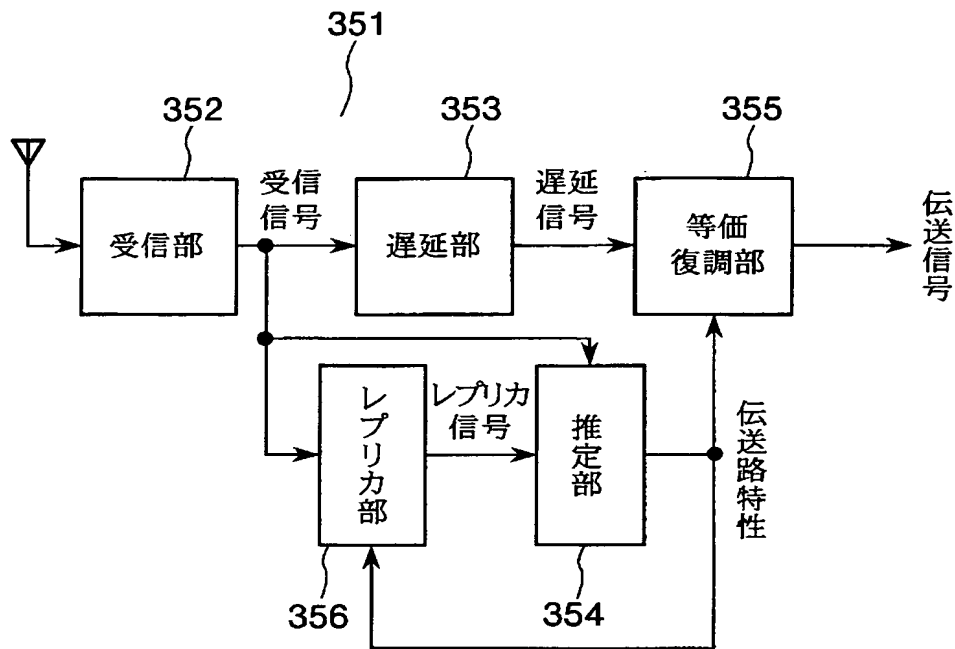
【図1】



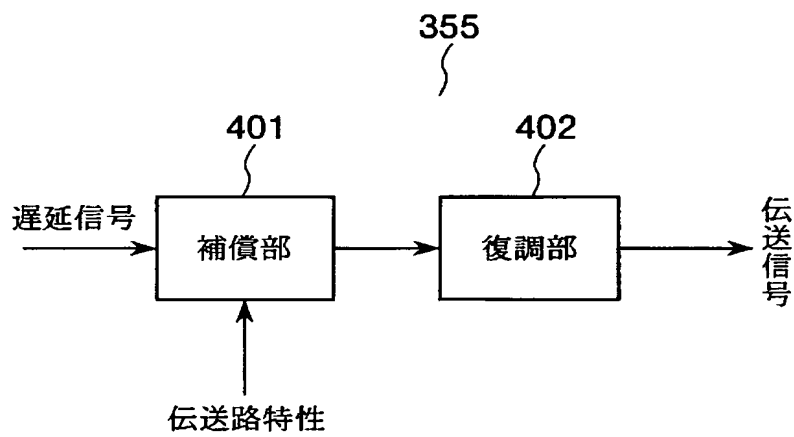
【図2】



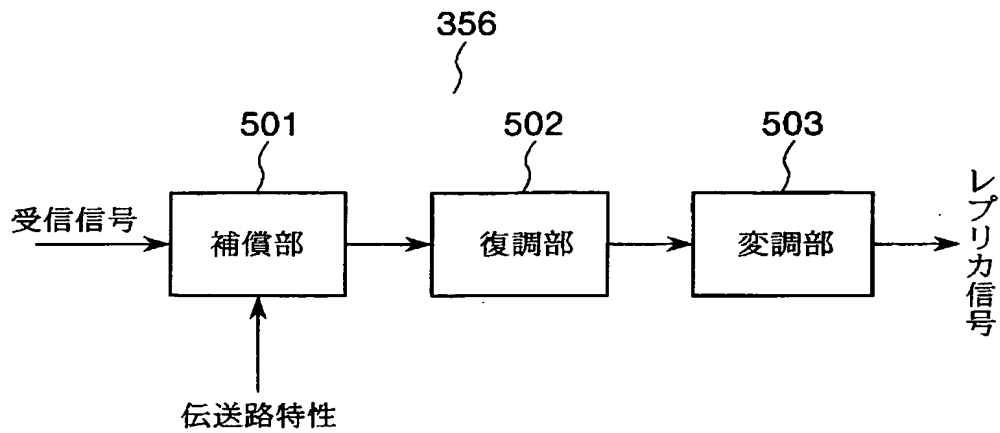
【図3】



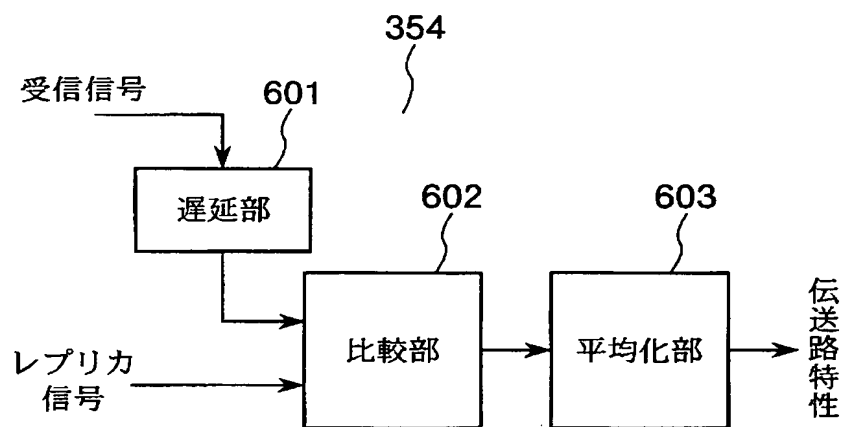
【図4】



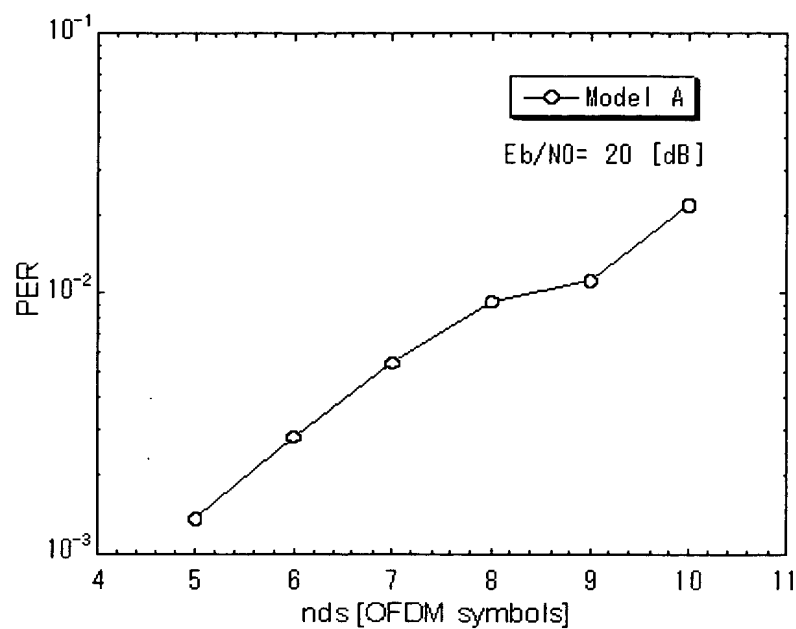
【図5】



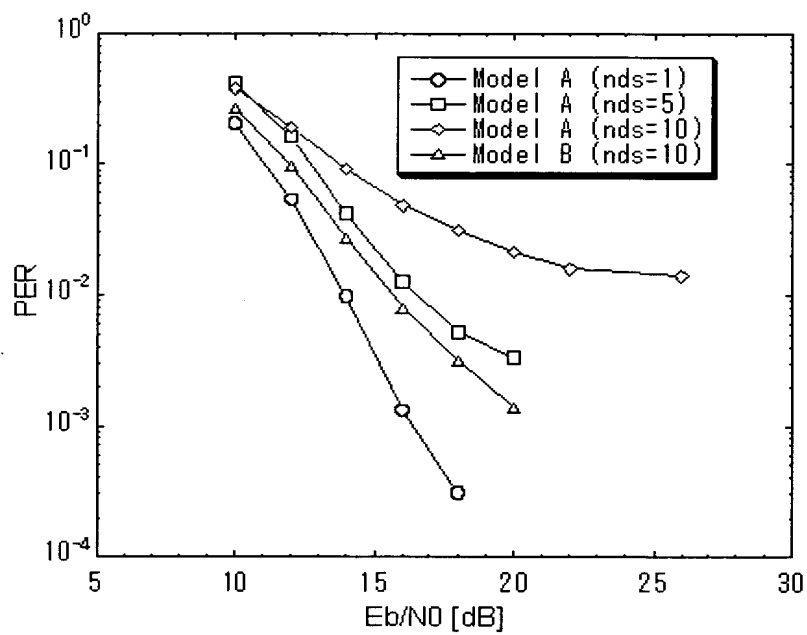
【図6】



【図8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 OFDMパケット移動体通信等において、伝送路特性を適応的に推定して受信信号を等化するのに好適な受信装置等を提供する。

【解決手段】 受信装置 3 5 1 の受信部 3 5 2 は、伝送路を経由して到達した信号を、受信信号として受信し、遅延部 3 5 3 は、当該受信信号を所定遅延時間だけ遅延させた遅延信号を出力し、推定部 3 5 4 は、伝送路特性を推定し、等化復調部 3 5 5 は、当該伝送路特性により、当該遅延信号を補償し、補償の結果を復調し、復調の結果を伝送信号として出力し、レプリカ部 3 5 6 は、当該伝送路特性により、当該受信信号を補償し、補償の結果を復調し、復調の結果を変調し、変調の結果をレプリカ信号として出力し、推定部 3 5 4 は、当該受信信号と、当該レプリカ信号と、を比較して、伝送路特性を推定し、所定遅延時間は、レプリカ部 3 5 6 および推定部 3 5 4 による処理に要する時間以下である。

【選択図】 図 3

特願 2 0 0 3 - 0 5 2 6 8 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[3 0 1 0 2 2 4 7 1]

1. 変更年月日

2 0 0 1 年 4 月 2 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都小金井市貫井北町 4 - 2 - 1

氏 名

独立行政法人通信総合研究所

特願 2 0 0 3 - 0 5 2 6 8 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 2 6 0]

1. 変更年月日	1 9 9 6 年 1 0 月 8 日
[変更理由]	名称変更
住 所	愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
氏 名	株式会社デンソー